

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1 Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

5.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian diadakan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

5.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. aspal AC 60/70 produksi Pertamina,
2. agregat kasar dan halus dari Clereng Kulon Progo,
3. agregat kasar dan halus dari Cepu Blora.

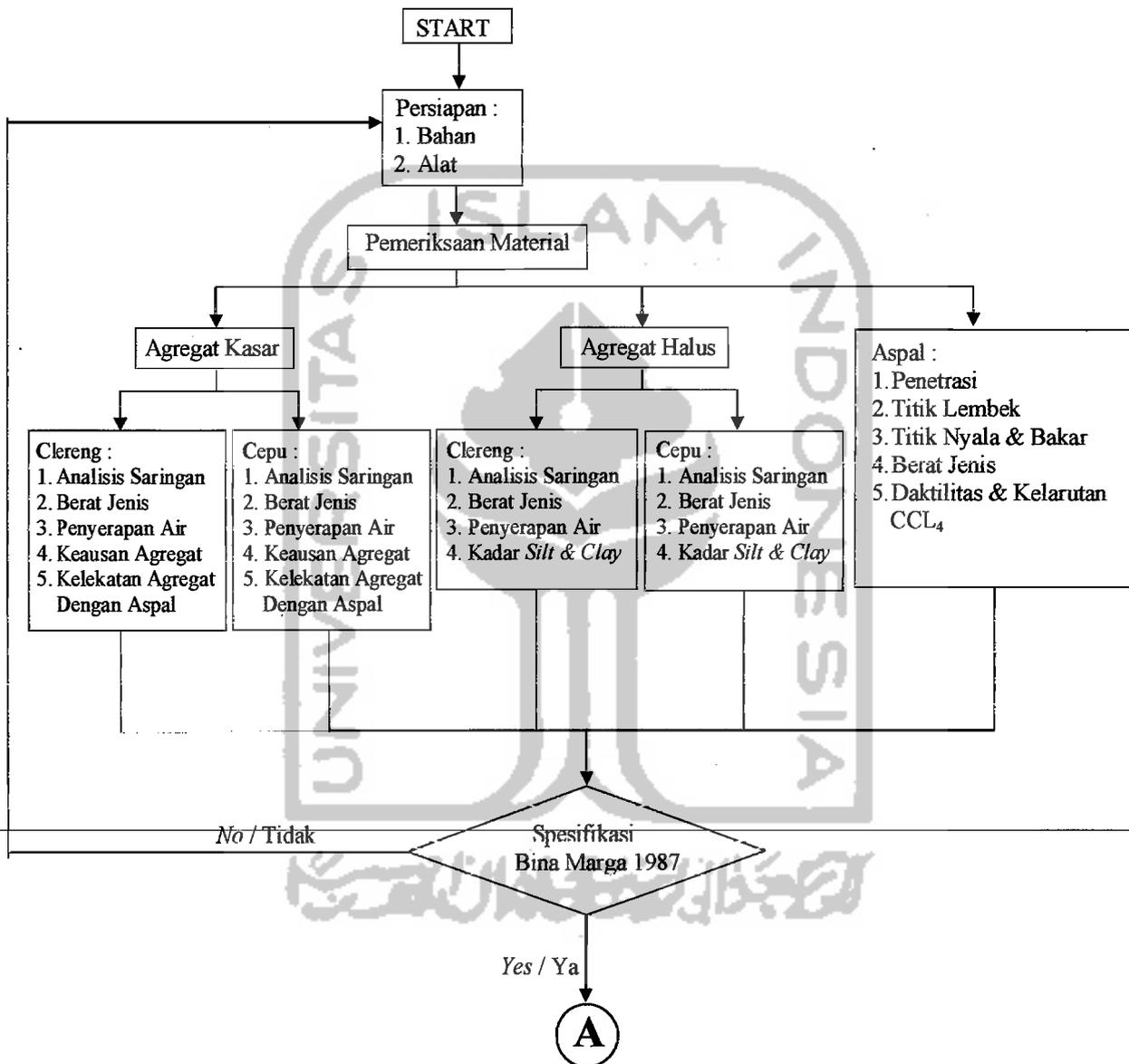
5.1.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah semua alat yang berada di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang terkait dengan material dan tujuan penelitian ini.

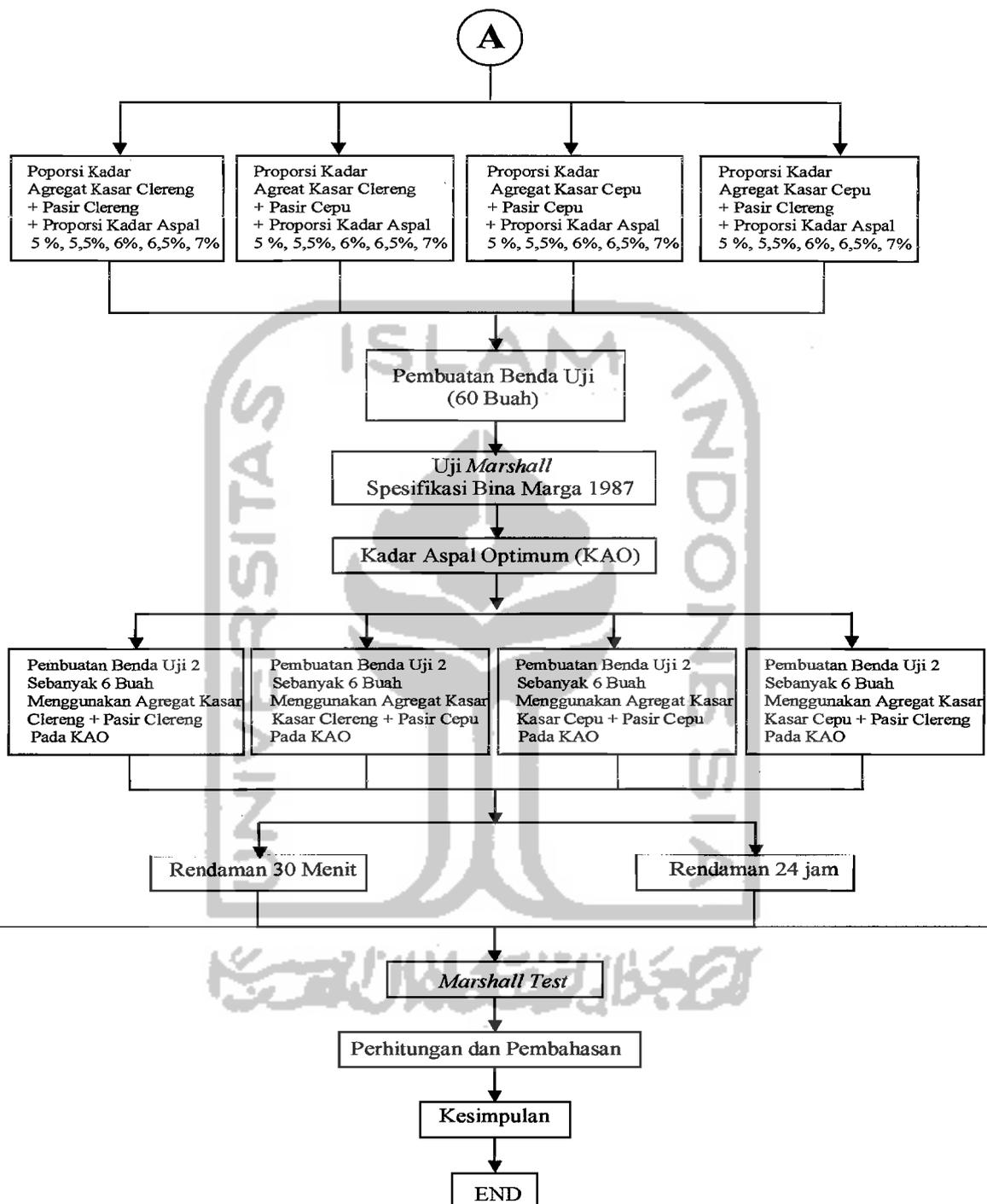
5.2 Proses Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian laboratorium tentang perbedaan nilai *properties Marshall* pada campuran beton aspal, kombinasi antara agregat kasar dan halus dari Cepu Blora dengan agregat kasar dan halus dari

Clereng Kulon Progo. Proses penelitian sesuai dengan bagan alir gambar 5.1 dan 5.2.



5.1 Bagan Alir Proses Penelitian



5.2 Bagan Alir Proses Penelitian (Lanjutan)

5.2.1 Spesifikasi dan Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

5.2.1.1 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula, satuannya dalam % dan pemeriksaan ini mengikuti prosedur AASHTO T 96-7 (1982).

5.2.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenis (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat kasar, pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-84-81.

5.2.1.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan (SSD), berat jenis sesudah penyerapan dari agregat halus, pemeriksaan ini menggunakan prosedur AASHTO T-84-74.

5.2.1.4 Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan. Penelitian ini mengikuti prosedur AASHTO T-182.

5.2.1.5 Pemeriksaan Sand Equivalent

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar debu atau Lumpur yang mempunyai lempung pada tanah atau agregat halus.

5.2.1.6 Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

5.2.2 Pengujian Bitumen (Aspal)

5.2.2.1 Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui titik nyala dan titik bakar dari aspal. Pada pengujian ini menggunakan aspal AC 60/70. Titik nyala didefinisikan sebagai suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suatu titik permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada suatu titik di atas permukaan aspal. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0303-76 dengan syarat titik nyala minimum 200°C.

5.2.2.2 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C. Yang dimaksudkan dengan titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan atau ter yang tertahan pada cincin yang berukuran tertentu, sehingga aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak di bawah cincin pada tinggi tertentu, sebagai akibat pemanasan dengan kecepatan tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti PA-0302-76, dan untuk jenis aspal AC 60/70 titik lembek yang disyaratkan adalah 48-58°C.

5.2.2.3 Pemeriksaan Penetrasi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek dengan memasukkan jarum tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam

aspal pada suhu tertentu. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0301-76 dan besar angka penetrasi AC 60/70 adalah 60-79.

5.2.2.4 Pemeriksaan Kelarutan Aspal dalam CCl_4

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar bitumen yang larut dalam *Carbon Tetraklorida* (CCl_4). Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl_4 , maka bitumen itu murni. Disyaratkan bitumen yang digunakan mempunyai kemurnian 99%. Prosedur pemeriksaan mengikuti PA-0305-75.

5.2.2.5 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis aspal keras dengan viknometer. Berat jenis bitumen adalah perbandingan antara berat bitumen dan berat air suling dengan isi atau volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pemeriksaan ini mengikuti PA-0307-76. Besar berat jenis aspal yang disyaratkan minimal 1.

5.2.2.6 Pemeriksaan Daktilitas

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai keelastisan aspal yang diukur dari jarak terpanjang, apabila antara dua cetakan berisi bitumen keras yang ditarik sebelum putus pada suhu $25^{\circ}C$ dan dengan kecepatan 50 mm/menit. Pemeriksaan ini mengikuti prosedur PA-0306-76. Besarnya daktilitas yang disyaratkan minimal adalah 100 cm.

Spesifikasi didalam LASTON No. 13/PT/B/1987 Bina Marga, untuk agregat dan aspal dicantumkan pada tabel berikut.

Tabel 5.1. Spesifikasi Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40 \%$
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95 \%$
3.	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3 \%$
4.	Berat jenis	$\geq 2,5$

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1987 Bina Marga

Tabel 5.2. Spesifikasi Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1.	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50 \%$
2.	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3 \%$
3.	Berat jenis	$\geq 2,5$

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1987 Bina Marga

Tabel 5.3. Spesifikasi Aspal AC 60-70

No.	Jenis Pemeriksaan	Min	Maks	Satuan
1.	Penetrasi (25°C, 5 dt, 100 gr)	60	79	0,1 mm
2.	Titik lembek	48	58	°C
3.	Titik nyala	200	-	°C
4.	Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	-	0,8	% berat
5.	Kelarutan (CCl ₄)	99	-	% berat

No.	Jenis Pemeriksaan	Min	Maks	Satuan
6.	Daktalitas (25%, 5 cm/menit)	100	-	cm
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat	54	-	% awal
8.	Berat jenis (25°C)	1	-	-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1987 Bina Marga

5.2.3 Prosedur Pelaksanaan

5.2.3.1 Pembuatan Campuran

Campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (filler) dan aspal harus diuji dahulu, untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi syarat yang telah ditentukan atau tidak. Pengujian mengacu pada metode AASTHO dan Bina Marga.

Setelah pengujian bahan selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak 9 buah dan pan, sesuai pada tabel 3.1. Kemudian setelah penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang ditentukan, yaitu gradasi menerus.

Campuran benda uji dengan menggunakan variasi kadar aspal dengan kenaikan 0,5 % yaitu 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 %, 7 % dari berat benda uji dan dibuat masing-masing 3 buah. Campuran benda uji 1 pada penelitian ini dibuat dengan kombinasi agregat kasar dan agregat halus Cepu, agregat kasar Cepu dan agregat halus Clereng, agregat kasar dan agregat halus Clereng, agregat kasar Clereng dan agregat halus Cepu.

Dari variasi di atas kemudian dilakukan pengujian *Marshall* dan dari hasil tersebut dapat ditentukan kadar aspal optimumnya. Setelah mendapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), kemudian membuat benda uji 2 untuk *Immersion Test* dengan kombinasi yang sama dengan benda uji 1 pada KAO, masing-masing kombinasi menggunakan 6 buah benda uji. Dengan rincian, 3 buah untuk pengujian benda uji pada KAO yang direndam 30 menit dan 3 buah untuk pengujian benda uji pada KAO yang direndam selama 24 jam.

5.2.3.2 Perencanaan Jumlah Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat 64 benda uji, dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 5.4. Jumlah Benda Uji Untuk Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal (%)	Agregat			
	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar
	Clereng + Pasir	Clereng + Pasir	Cepu + Pasir	Cepu + Pasir
	Clereng	Cepu	Cepu	Clereng
5	3	3	3	3
5,5	3	3	3	3
6	3	3	3	3
6,5	3	3	3	3
7	3	3	3	3

Tabel 5.4. Jumlah Benda Uji Untuk *Immersion Test*

Kadar Aspal (%)	Lama Perendaman							
	30 menit				24 jam			
	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar	Agregat kasar
	Clereng + Pasir	Clereng + Pasir	Cepu + Pasir	Cepu + Pasir	Clereng + Pasir	Clereng + Pasir	Cepu + Pasir	Cepu + Pasir
	Clereng	Cepu	Cepu	Clereng	Clereng	Cepu	Cepu	Clereng
Optimum	3	3	3	3	3	3	3	3

Jumlah total benda uji yang dibutuhkan = $60 + 24 = 84$ buah

5.2.3.3 Pembuatan Benda Uji

Tahapan pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Agregat dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikeringkan sampai diperoleh berat tetap pada suhu $105 \pm 5^\circ\text{C}$. Agregat tersebut kemudian disaring secara kering kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki.
2. Penimbangan untuk setiap fraksi dilakukan agar mendapat gradasi agregat ideal pada suatu takaran campuran.
3. Agregat yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam panci, kemudian dipanaskan dengan oven. Setelah suhunya dianggap cukup, agregat yang dipanaskan di atas oven atau pemanas sampai pada suhu $\pm 165^\circ\text{C}$, sedangkan aspal dipanaskan hingga mencapai suhu $\pm 155^\circ\text{C}$.
4. Setelah agregat dan aspal mencapai suhu yang dikehendaki, dilakukan pencampuran kedua bahan tersebut dengan persentase kadar aspal yang telah direncanakan.

5. Campuran tersebut kemudian diaduk sampai rata semua agregat terselimuti aspal. Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam silinder cetakan yang sebelumnya telah diolesi vaselin, kemudian bagian atas dan bawah dari silinder diberi kertas saring dan diberi tanda.
6. Setelah campuran benda uji dimasukkan ke dalam silinder cetakan, campuran ditusuk-tusuk sebanyak 25x, 15x ditepi silinder dan 10x dibagian tengah.
7. Pemadatan dilakukan dengan *compactor* manual sebanyak 75x untuk masing-masing sisi atas dan sisi bawah.
8. Benda uji didinginkan, selanjutnya dikeluarkan dari silinder cetakan dengan *ejector* dan diberi tanda pada setiap permukaan.

5.2.3.4 Cara Pengujian

Cara pengujian benda uji dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji direndam dalam *water bath* selama \pm 30 menit untuk pengujian *Marshall* dan \pm 24 jam untuk pengujian *immersion* dengan suhu perendaman 60°C.
2. Kepala penekan alat pengujian *Marshall* dibersihkan dan permukaannya dilumasi dengan vaselin agar benda uji mudah dilepaskan. Benda uji diletakkan pada alat pengujian *Marshall* segera setelah benda uji dikeluarkan dari *water bath*.
3. Pembebanan dilakukan pada posisi jarum diatur sehingga menunjukkan angka nol.
4. Kecepatan pembebanan dimulai dengan 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai, yaitu saat arloji pembebanan berhenti

dan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum ukur. Pada saat pembebanan maksimum terjadi, *flow* meter dibaca.

5.3 Analisa

Setelah pengujian *Marshall* dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data yang telah diperoleh. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai-nilai *Marshall* agar diketahui karakteristik campuran aspal yang optimum.

Data yang diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium antara lain:

1. berat benda uji sebelum direndam (gram),
2. berat benda uji di dalam air (gram),
3. berat benda uji dalam keadaan jenuh air (gram),
4. tebal benda uji (mm),
5. pembacaan arloji stabilitas (kg),
6. pembacaan arloji kelelahan / *flow* (mm).

Untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *Void in The Mix* (*VITM*), *Void in Mineral Aggregate* (*VMA*), *Void Filled With Asphalt* (*VFWA*) dan *Marshall Quotient* (*MQ*), diperlukan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ aspal} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(5.1)$$

2. Berat jenis agregat

$$B_j \text{ agregat} = \frac{(X * F1) + (Y * F2) + (Z * F3)}{100} \dots\dots\dots(5.2)$$

Keterangan : X = Persentase agregat kasar.

Y = Persentase agregat halus.

Z = Persentase *filler*.

F1 = Berat jenis agregat kasar.

F2 = Berat jenis agregat halus.

F3 = Berat jenis *filler*.

Kemudian nilai-nilai stabilitas, *density*, *flow*, *Void in The Mix (VITM)*, *Void Filled With Asphalt (VFWA)* dan *Marshall Quotient (MQ)*, dapat dihitung berdasarkan data-data tersebut.

3. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada *Marshall Test* yang kemudian dicocokkan dengan angka kalibrasi *Proving Ring* dengan status lbs atau Kg dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji. Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dari persamaan berikut :

$$S = p \times q \dots\dots\dots (5.3)$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya.

P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat.

q = angka koreksi benda uji yang dapat dilihat pada lampiran 20.

4. *Flow*.

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan nilai. Nilai *flow* langsung terbaca pada arloji *flow* saat *Marshall Test*, dalam satuan milimeter (mm).

5. Density

Nilai menunjukkan kepadatan campuran. Nilai *density* dihitung dengan persamaan :

$$g = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(5.5)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots(5.6)$$

Keterangan :

g = nilai *density*.

c = berat kering sebelum direndam (gr).

d = berat benda uji SSD (gr).

e = berat benda uji dalam air (gr).

f = volume benda uji (cc).

6. Voids in Mineral Aggregate (VMA)

VMA adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam % volume. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$VMA = 100 - j \dots\dots\dots(5.7)$$

$$j = \frac{(100 - b) \times g}{B_{\text{agregat}}} \dots\dots\dots(5.8)$$

Keterangan :

b = persentase aspal terhadap campuran (gr).

g = berat isi sampel.

7. *Void Filled With Asphalt* (VFWA).

Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang terisi aspal. Nilai VFWA dihitung dengan persamaan :

$$\text{VFWA} = 100 \times \frac{i}{l} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$i = \frac{b \times g}{B_{j \text{ aspal}}} \dots\dots\dots (5.10)$$

$$l = 100 - j \dots\dots\dots (5.11)$$

Keterangan :

b = persentase aspal terhadap campuran (gr).

g = berat isi sampel.

8. *Void In The Mix* (VITM)

VITM adalah persentase rongga didalam campuran. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{VITM} = 100 - 100 \times \frac{g}{h} \dots\dots\dots (5.12)$$

$$h = \frac{100}{\left(\frac{\% \text{ agregat}}{B_{j \text{ agregat}}} + \frac{\% \text{ aspal}}{B_{j \text{ aspal}}} \right)} \dots\dots\dots (5.13)$$

Keterangan :

g = berat isi sampel.

h = berat maksimum teoritis campuran.

9. *Marshall Quotient* (MQ).

Nilai *Marshall Quotient* pada perencanaan digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$MQ = \frac{S}{R} \dots\dots\dots (5.14)$$

Keterangan :

S = nilai stabilitas (Kg).

R = nilai *flow* (mm).

MQ = nilai *Marshall Quotient* (Kg/mm).

10. Indeks Tahanan Campuran Aspal

Indeks tahanan campuran adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam (S2) yang dibandingkan dengan nilai stabilitas campuran yang direndam 30 menit/campuran biasa (S1). Nilainya dihitung dengan persamaan berikut :

$$Index\ Of\ Retained\ Strength = \frac{S2}{S1} \times 100\% \dots\dots\dots (5.15)$$

Keterangan :

S1 = stabilitas setelah direndam selama 30 menit.

S2 = stabilitas setelah direndam selama 24 jam.

5.4 Metode Pengambilan Data

Dalam penampilan data diperlukan pengelompokan benda uji guna mempermudah pengisian dan pembacaan hasil pengujian dari pengujian campuran aspal beton, sehingga diperoleh data-data yang berupa nilai stabilitas, *flow*, VMA, VITM dan *Marshall Quotient*.